

4 Charakteristik der EZG nach Gefälle und Sohle, Abfluß und Konzentration abfiltrierbarer Stoffe

4.1. Allgemeingültige Aussagen zu Gefälle und Sohle, Abfluß und abfiltrierbaren Stoffen

4.1.1 Gefälle und Sohle

Das grundlegende natürliche Längsgefälle eines Flusses wird durch das Zusammenwirken von Tektonik, Gesteinsuntergrund und Klima bestimmt. Es entspricht der Neigung der Sohle (I), die eine Funktion aus der Änderung der Höhenlage der Sohle auf einer bestimmten Länge ist. D.h., die horizontale Länge (l) wird zum Höhenunterschied (h) ins Verhältnis gesetzt: $I = h/l$. In der Regel nimmt das Gefälle vom Oberlauf zur Mündung ab. Es gibt jedoch auch sogenannte „Gefällebrechpunkte“ (Gbp), z.B. wenn ein Wasserlauf den Hauptfluß erreicht, ein Gebirge oder Höhenzug durchbrochen wird oder ein Nebenfluß Schotterbarrieren im Hauptfluß bildet. Das Gefälle bestimmt die Kraft des Transportmediums. Demzufolge werden in gefällestarken Bereichen auch große Korngrößen auf der Sohle als Geschiebe transportiert. Dadurch wird ein Teil der Energie des Wassers verbraucht und die Erosion an der Sohle verringert. Eine Abnahme des Gefälles im Flußlängsschnitt verringert den Geschiebetransport und führt in der Flußstrecke zu verstärkter Akkumulation des transportierten Materials. Unterhalb dieser Gefälleausgleichsstrecken steigt die Strömungsgeschwindigkeit mit dem nun wieder zunehmenden Gefälle an und führt oftmals zu rückschreitender Sohlerosion. Durch diese wechselnden Erosions- und Akkumulationsprozesse wird das Längsgefälle eines Flusses sukzessive nivelliert (WOHLRAB ET AL., 1992; MANGELSDORF UND SCHEURMANN, 1980).

Auch die Beschaffenheit der Sohle hat Einfluß auf die Transportkraft, die aufgewendet werden muß, um Feststoffe in Bewegung zu setzen und weiter zu transportieren. Bei ebener, glatter Sohle ist die Reibung weniger stark und Feststoffe werden schneller in die Transportprozesse einbezogen. Bei rauher Sohloberfläche muß die Gesamtschubspannung größer sein. Durch den Formwiderstand der Sohle verliert die Strömung an Energie und es kommt zu einer Verzögerung des Transportbeginns (WESTRICH, 1988). Die Sohlzusammensetzung bestimmt außerdem darüber, wie widerstandsfähig sie gegenüber den Kräften der Erosion ist. Die Korngrößenzusammensetzung einer Sohle kann nicht grundlegend anders sein, als die transportierten und direkt eingetragenen Komponenten. Während des Transportes verringert sich die Korngröße der mitgeführten Geschiebemassen durch Abrieb, Abschleiß und Zertrümmerung (MANGELSDORF UND SCHEURMANN, 1980). Demzufolge nimmt die mittlere Korngröße des Sohlmaterials in der Regel vom Ober- zum Unterlauf eines Flusses ab. Die Sohle darf aber auch nicht als statisch angesehen werden. Die Sohlzusammensetzung verändert sich jederzeit durch Erosions- und Transportprozesse.

4.1.2 Abflußbildung

Neben der Feststoffkonzentration steuert der Abfluß in entscheidendem Maß die Höhe und Intensität des Feststofftransports. Der Abfluß Q (Abb. 11) wird von drei Komponenten gebildet. Erstens dem Oberflächenabfluß (Q_0), der direkt nach einem Niederschlagsereignis, wenn die Niederschlagsintensität die Infiltrationsrate des Bodens übersteigt, auftritt. Das Wasser fließt flächenhaft oder in kleinen Rinnen an der geeigneten Oberfläche dem Fluß zu. Durch ihn können Hochwasser in Fließgewässern

ausgelöst werden. Zweitens dem Zwischenabfluß (Q_I ; auch als Interflow bzw. oberflächennaher Abfluß bezeichnet), der während des Niederschlagsereignisses in den Boden einsickert und dem Vorfluter unterirdisch im Wurzelraum als auch in der undurchwurzelten Zone oberhalb des Grundwasserraumes zufließt. Er wird in schnellen ($Q_{I(s)}$) und langsamen ($Q_{I(l)}$) Zwischenabfluß unterteilt und erscheint zeitlich verzögert im Fluß. Der Gesamtabfluß liegt durch ihn bis etwa vier Tage nach dem Niederschlag auf höherem Niveau. Drittens dem Grundwasserabfluß (Q_G), dem „Grundwasservolumen, das ein Einzugsgebiet verläßt“ (WOHLRAB ET AL., 1992, S.98). In schmalen Mittelgebirgstälern ist diese Komponente Teil des Gerinneabflusses und wird von HELLMANN (1999) als „Trockenwetterabfluß“ (Q_T) bezeichnet (WOHLRAB ET AL., 1992; HELLMANN, 1999). Der Oberflächenabfluß und der schnelle Zwischenabfluß bilden den Direktabfluß (Q_D). Der Basisabfluß (Q_B) setzt sich aus langsamem Zwischenabfluß und dem Grundwasserabfluß zusammen.

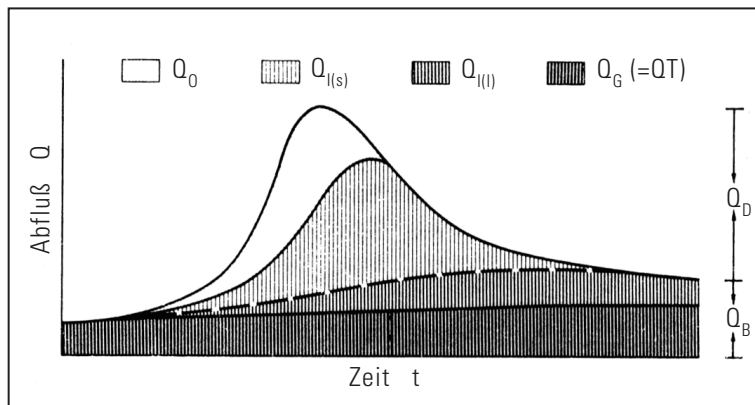


Abb. 11 Schematische Darstellung (ohne quantitative Gewichtung) eines Hochwasserabflusses in Mittelgebirgen mit Gesteinen geringer Wasserwegsamkeit (ohne Berücksichtigung unterirdischen Ab- und Zustroms), WOHLRAB ET AL. 1992, bearbeitet M. Schönherr 2001

Eine Aussage über den unterschiedlichen Einfluß der drei Abflußkomponenten kann im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht geleistet werden. Der Deutsche Wetterdienst hat der Anfrage um Datenherausgabe zu Niederschlagswerten an 11 im Untersuchungsgebiet befindlichen Niederschlagsmeßstationen nicht entsprochen.

4.1.3 Abfiltrierbare Stoffe

Die in einem Fluß transportierten Schwebstoffe setzen sich aus dem autochthonen und dem allochthonen Anteil zusammen. Der autochthone Anteil entsteht aus den durch Sohl- und Ufererosion freigesetzten und zerkleinerten Feststoffen. Für den allochthonen Anteil sind vor allem die Abflußkomponenten verantwortlich. Dabei führt hauptsächlich der Oberflächenabfluß zu Erosion, Bodenabspülung und zum Stoffeintrag in die Flüsse und bringt augenscheinlich die größten Mengen an anorganischen Bestandteilen ein. Die Intensität der flächenhaften Abspülung hängt u. a. von der Art des Bodens, den geologischen Voraussetzungen und dem Stand der Vegetation ab. Der Zwischenabfluß bewirkt kaum noch Bodenabspülung, ist aber auch für den Eintrag von anorganischen und organischen Verbindungen verantwortlich. Quantitativ liegt der Einfluß unter dem des Oberflächenabflusses. Die in den Fluß gelangten, feinen Bodenteilchen werden als Schwebstoffe transportiert. Ihre vertikale Verteilung als auch ihre Verteilung im Gewässerquerschnitt ist nicht gleichmäßig. Durch die höhere Schleppkraft des Wassers über der Sohle nimmt ihre Konzentration von der Sohle zur Gewässeroberfläche hin ab. Um die Schwebstoffverteilung im Gewässerquerschnitt hinreichend genau zu erfassen, müssen daher, wie in Kap. 3.1.2 beschrieben, mehrere Proben genommen werden.

4.2 Charakteristik des Gottleuba-EZG

4.2.1 Gefälle und Sohle

Die Gottleuba hat von der Quelle bis zum Pegel Neundorf ein mittleres Gefälle von $22,07\text{‰}$. Dieses Mittel ergibt sich aus den gefällestarken Bereichen des Oberlaufs mit $27,45\text{‰}$ und den schwächer geneigten Bereichen des Unterlaufs mit $16,69\text{‰}$, wobei die Einteilung in Ober-, Mittel- und Unterlauf willkürlich und rein zur topographischen Beschreibung gewählt ist. Auf den 35 km Flußlauf wird ein Höhenunterschied von 600 m bewältigt. Bei der Betrachtung des Gefällelängsschnitts (Abb. 12) der Gottleuba sind Gefällebrechpunkte (Gbp 1 - 3) auffällig, die zu einem Gefälleausgleich führen. Eine erste Gefällestufe liegt bei Flußkilometer 14,5 km und ist die Talsperre Gottleuba. Weitere Gefällebrechpunkte sind im Unterlauf der Gottleuba zu erkennen. Diese können in Zusammenhang mit der weichselzeitlichen Niederterrasse der Elbe und dem Angleichen der Nebenflußunterläufe auf eine tiefergelegte Erosionsbasis gebracht werden (PRÄGER, 1971).

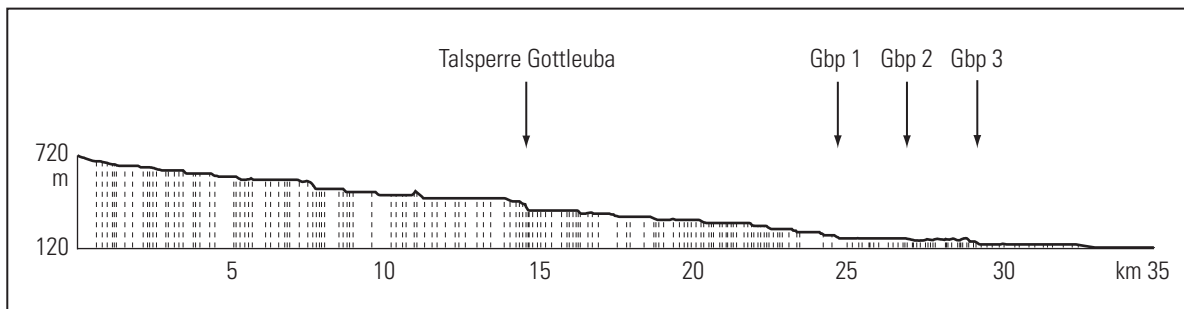


Abb. 12 Gefällelängsschnitt der Gottleuba, 5fache Überhöhung

Die Bedeutung der Sohlbeschaffenheit für den Feststofftransport ist in Kap. 4.1.1 angesprochen worden. Den Vorgängen des Abriebs entsprechend, wird im Flußlängsverlauf der Gottleuba die Sohlzusammensetzung vom Oberlauf zur Mündung feiner. Die im Stromstrich genommenen Sohlproben betrachtend, gestaltet sich das an den einzelnen Meßstellen wie folgt (Abb. 13): Im Oberlauf (MS 1) ist die Sohle von Steinen und Grobkies stark abgepfastert. Bei der Probennahme war es schwer diese Deckschicht zu durchstoßen. Der als Unterschicht angesammelte Sand besteht vorwiegend aus der Grobsandfraktion. Im Mittellauf (MS 5) bleibt der Steinanteil bei etwa 10 %, der Grobkies nimmt in diesem Laufstück (von MS 3 zu MS 5) ab und wird durch einen erhöhten Mittelkiesanteil ersetzt. Der Sandanteil nimmt ab. Am Unterlauf (MS 8) wird eine deutliche Abnahme der Korngrößen der Sohle deutlich. Die Sohle ist dort vor allem aus Mittel- und Grobsand aufgebaut (NAUMANN UND MÖHLING, unveröffentlicht).

Ein Einfluß der Nebenflüsse auf die Sohlbeschaffenheit der Gottleuba ist nicht festzustellen. Die Sohlzusammensetzung an den Seidewitzmeßstellen (MS 6 und 7.1) ähnelt auffallend der der Gottleuba (Anhang 2) im Mittellauf (MS 5). Bei der Bahra (MS 4) indes wird ein anderes Spektrum deutlich. Im Vergleich zur nahe gelegenen Gottleubameßstelle (MS 3 im Mittellauf) sind in der Bahra die groben Fraktionen hervortretend. Die feinen Bestandteile fallen geringer aus. Das ist allerdings nicht zu verallgemeinern, da die Sohlzusammensetzung über den Querschnitt eines Flusses nicht gleich verteilt ist. In weniger stark durchflossenen Randbereichen verlagern sich die Massenanteile zugunsten des feinen

Materials. Eine weitere Sohlprobe der Bahra (Anhang 2), die im Flußbett oberhalb der ersten Probe genommen wurde, zeigt die Sohlzusammensetzung im „Leebereich“ von Felsbrocken im schwach durchflossenen Wasserlauf. Steine sind in der Korngrößenverteilung gar nicht vorhanden. Die höchsten Anteile sind die des Grobsandes und des Feinkieses. Damit ist die Probe nur um wenig größer als die Gottleubamündungsprobe (Anhang 2).

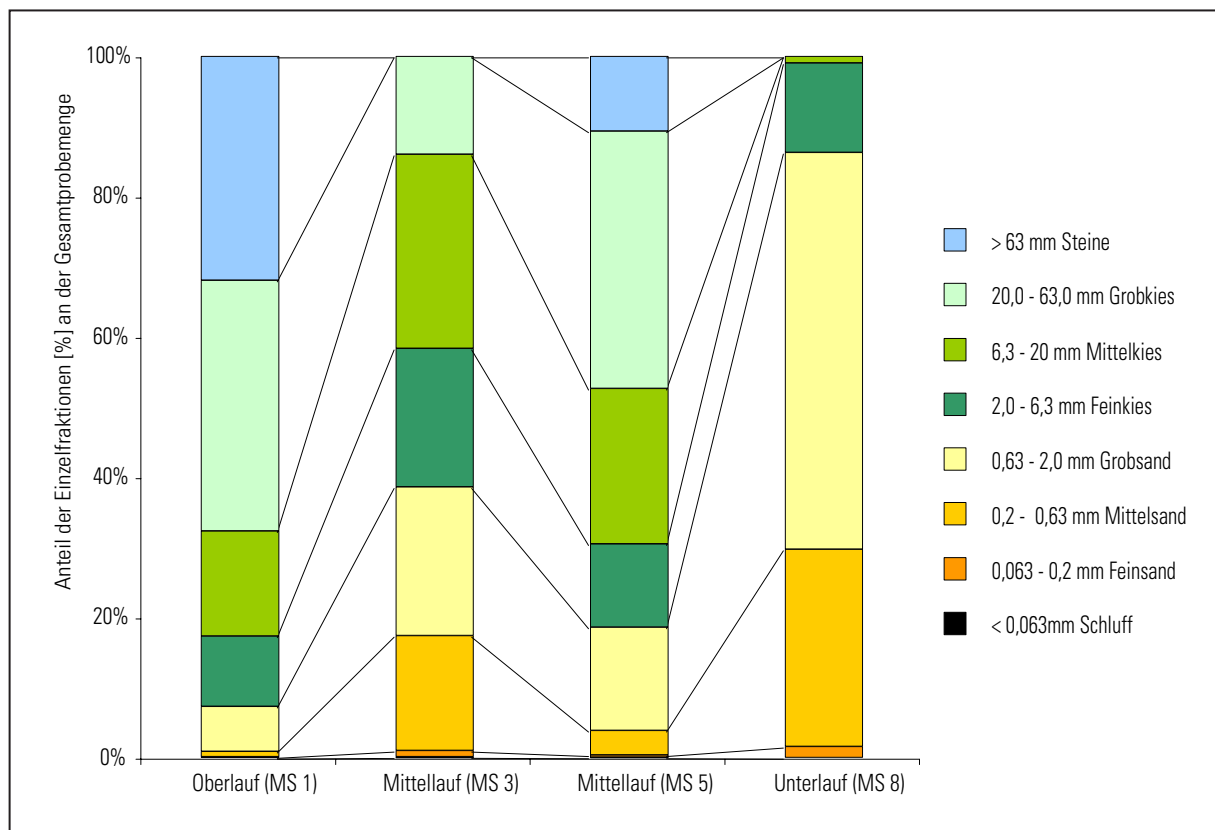


Abb. 13 Korngrößenzusammensetzung der Gottleubasohle vom Ober- zum Unterlauf

Es scheint einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen anstehendem Gestein, dessen Erodibilität und dem Aufbau der Gewässersohle zu geben. In den relativ widerständigen Gesteinen des Osterzgebirges und des Elbtalschiefergebirges (Gottleuba und Seidewitz) gelangen Gesteinsblöcke, den Gesetzen der Schwerkraft folgend, in die Täler. Dort sind sie zusätzlich zu den Verwitterungsprozessen der Wirkung des fließenden Wassers ausgesetzt. Reicht dessen Kraft für einen Abtransport nicht aus, bilden sie einen Teil der Flußsohle und werden langsam zerkleinert. Bilden diese Steine die Oberschicht der Sohle, können auch darunterliegende inzwischen transportfähige kleine Bestandteile nicht fortbewegt werden. In den leichter zersetzbaren Sandsteinen des Elbsandsteingebirges (Bahra) werden die in den Fluß gelangten Gesteinsbrocken schneller zerrieben und zerkleinert, bilden alsbald Bestandteile der Kies- und Sandfraktion und unterliegen auch schneller den Transportprozessen.

4.2.2. Abfluß im Gottleuba-EZG im hydrologischen Jahr 2000

4.2.2.1. Abfluß im Längsschnitt der Gottleuba im hydrologischen Jahr 2000

Mit den berechneten Abflüssen konnte eine Betrachtung des Flußlängsschnitts der Gottleuba nach Jahresgesamt-, Sommer- und Winterabfluß (Abb. 14) erfolgen (Anhang 3).

Jahresmittel: Die Gottleuba führte während des gesamten Jahres an allen Meßstellen Wasser in ihrem Flußbett. Im Oberlauf und auch im Mittellauf bis zur Einmündung der Bahra war der Abfluß mit durchschnittlich $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ gering. Mit der Einmündung der Bahra stieg der Abfluß im Jahresmittel sprunghaft auf $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ an. Am Unterlauf hatte der Zufluß der Seidewitz ebenfalls Einfluß auf das Abflußverhalten der Gottleuba und führte zu einem Anstieg des Abflusses um $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ im Jahr. Letztlich brachte die Gottleuba im hydrologischen Jahr 2000 $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ Wasser in die Elbe ein.

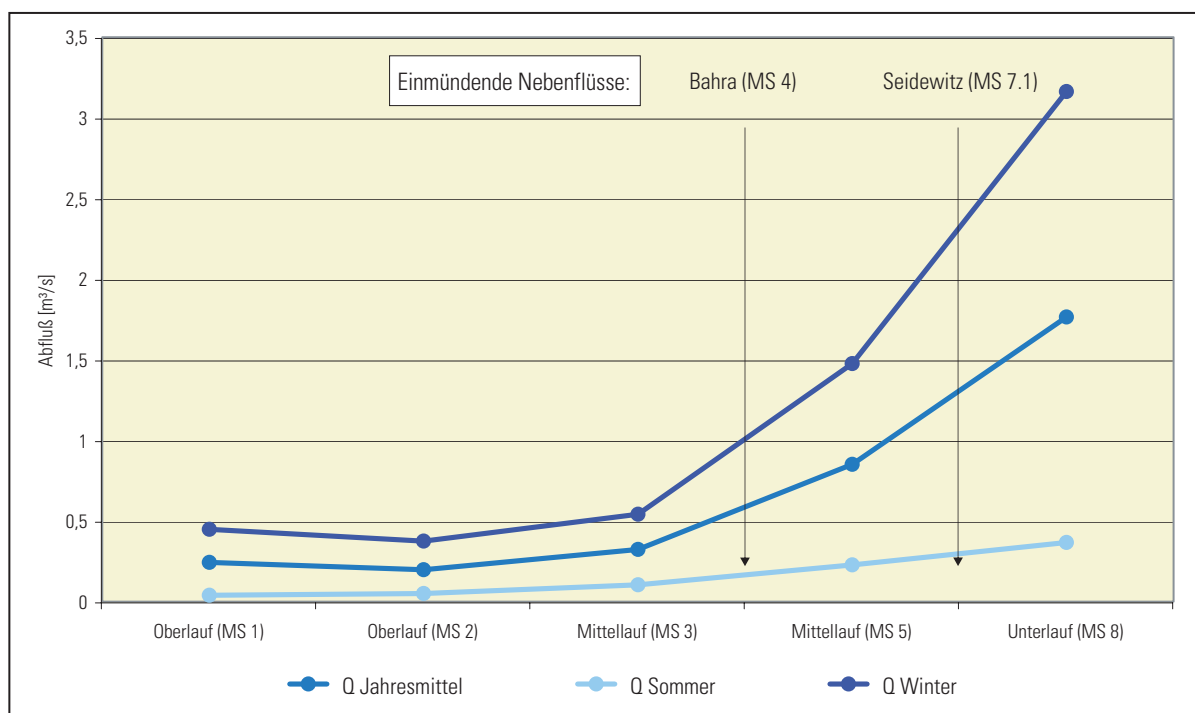


Abb. 14 Abfluß im Längsschnitt der Gottleuba, dargestellt nach Jahresmittel, Sommer- und Winterhalbjahr

Sommerhalbjahr: In den Monaten von Mai bis Oktober 2000 war der Abfluß des Gottleubagebietes durch die entsprechend hohe Evaporation sehr gering. Vom Oberlauf bis zur Mündung war eine kontinuierliche Zunahme des Abflusses zu verzeichnen, ohne daß ein deutlicher Einfluß aus dem Bahra- und dem Seidewitz-EZG (Anhang 5 Foto 8) zu erkennen wäre. Die Gottleuba entwässerte ihr EZG mit einem sommerlichen Abfluß von $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$, der weit unter dem Jahresmittel liegt.

Winterhalbjahr: In den Monaten von Nov. 1999 bis April 2000 wurde der weitaus größere Teil der Jahresmenge des Abflusses gebildet. Vom Oberlauf bis in den Mittellauf war der Abfluß der Gottleuba mit $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ gering. Sprunghaft erhöhte sich der Abfluß sowohl durch den Zufluß der Bahra um $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ als auch durch den Zufluß der Seidewitz im Unterlauf um $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Anhang 5 Foto 7). Beide Nebenflüsse brachten demzufolge an ihrer Mündung mehr Wasser in die Gottleuba ein, als diese selbst führt. Dies unterstreicht die Bedeutung dieser beiden Teileinzugsgebiete für die Abflußbildung im Gottleuba-EZG während des Winterhalbjahres. Die Gottleuba entwässerte ihr EZG mit einem winterlichen Abfluß von $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$, der weit über dem Jahresmittel liegt.

4.2.2.2. Jahresgang des Abflusses in der Gottleuba, der Bahra und der Seidewitz im hydrologischen Jahr 2000

Der Jahresgang des Abflusses der betrachteten Flüsse kann als typisch für Mittelgebirgsflüsse unserer Breiten bezeichnet werden. Bedingt durch die Regenfälle, kombiniert mit der Schneeschmelze im Frühjahr bei geringer Vegetationsbedeckung, wiesen alle untersuchten Flüsse im Gottleuba-EZG ein ausgeprägtes Abflußmaximum im März (Abb. 15) auf. Auch im Jahresgang wird hier der Einfluß der Seidewitz auf das Abflußverhalten der Gottleuba deutlich.

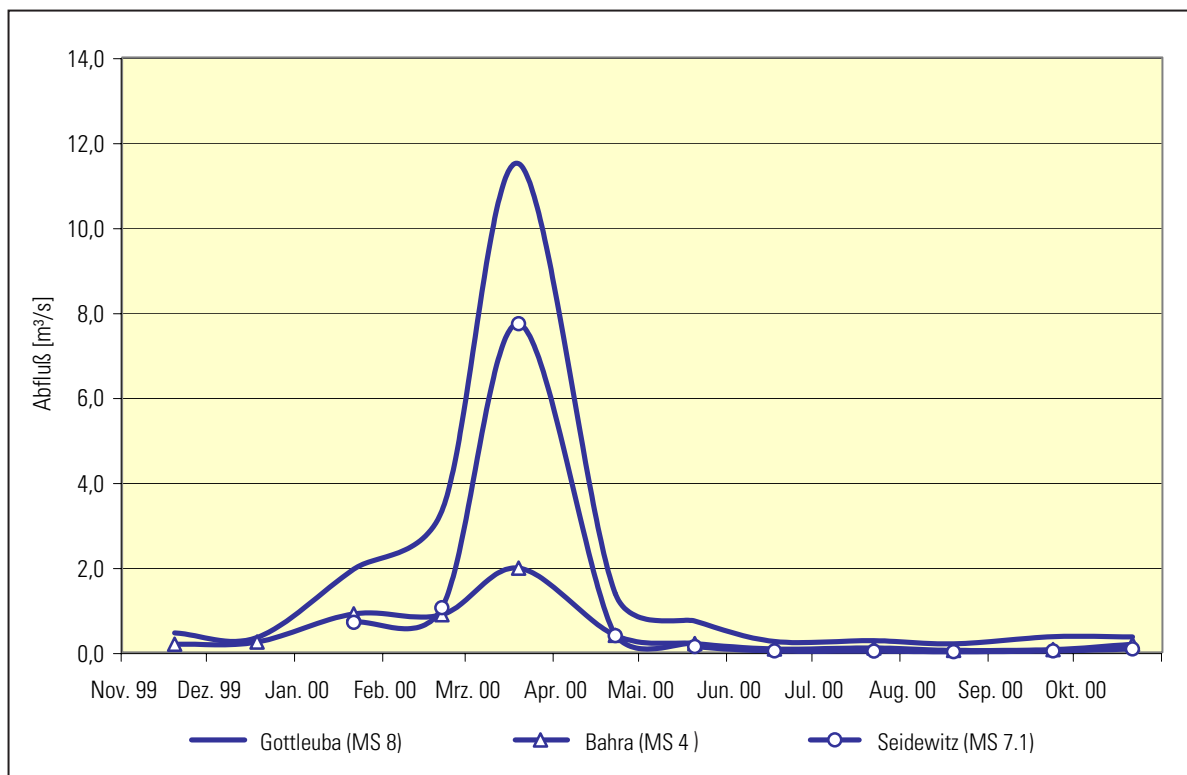


Abb. 15 Abflußjahresgang an Gottleuba, Bahra und Seidewitz im hydrologischen Jahr 2000

Die Verdunstungsverluste führten im Sommer zu entsprechend niedrigen Abflüssen, die im allgemeinen unter $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ liegen. Das Abflußminimum wurde in allen betrachteten Flüssen im August (Tab. 3) erreicht.

	Jahresmittel Q	Max Q	Monat	Min Q	Monat
Meßstelle	$[\text{m}^3/\text{s}]$	$[\text{m}^3/\text{s}]$		$[\text{m}^3/\text{s}]$	
Gottleuba (MS 8)	1,765	11,500	März	0,200	August
Bahra (MS 4)	0,441	1,980	März	0,048	August
Seidewitz (MS 7.1)	1,020	7,730	März	0,012	August

Tab. 3 Abflußmittel, -maximum und -minimum an Gottleuba, Bahra und Seidewitz

4.2.3 Schwebstoffkonzentrationsverteilung im Längsschnitt der Gottleuba und im Jahresgang 2000

4.2.3.1 Konzentration der abfiltrierbaren Stoffe im Längsschnitt der Gottleuba im hydrologischen Jahr 2000

Der Oberlauf der Gottleuba war über das gesamte Abflußjahr 2000 durch geringfügige Schwebstoffkonzentrationen von 2 mg/l (Tab. 4) gekennzeichnet. Die Talsperre Gottleuba hatte keinen Einfluß auf den Gang der Schwebstoffkonzentration. So waren zwischen Oelsen (MS 1) und Hartmannsbach (MS 2) im Winterhalbjahr keine Konzentrationsverringerungen durch verstärkte Sedimentation in dem Stauraum bemerkbar. Andererseits könnte man vermuten, daß die erhöhte Primärproduktion in dem Standgewässer zu einer Erhöhung der Schwebstoffkonzentration in den Sommermonaten führte. Auch dieser Effekt ist nicht nachweisbar. Die Bahra (MS 4) war im Jahresmittel mit 5 mg/l höher mit Schwebstoffen belastet, wobei dieser Wert immer noch als sehr gering einzustufen ist. Es ist zu bemerken, daß sowohl der Oberlauf der Gottleuba als auch die Bahra im Winterhalbjahr höhere Schwebstoffkonzentrationen aufwiesen, was ursächlich auf die höheren Abflüsse in dieser Jahreszeit zurückzuführen sein dürfte. Der Zufluß der Bahra führte jedoch nicht zu einer effektiven Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen in der Gottleuba. Erst die Einmündung der Seidewitz (MS 7.1 mit 7 mg/l) im Stadtgebiet von Pirna führte zu einem meßbaren Anstieg der suspendierten Feststoffe auf 6 mg/l an der Gottleubamündung (Abb. 16) (Anhang 3).

	Jahresmittel afS [mg/l]	Winterhalbjahr afS [mg/l]	Sommerhalbjahr afS [mg/l]
MS 1 Oelsen	1,22	1,49	0,94
MS 2 Hartmannsbach	1,54	2,15	0,93
MS 3 Gottleuba	2,25	3,43	1,06
MS 4 Bahra	4,88	8,37	1,38
MS 5 Neundorf Pegel	2,43	3,32	1,55
MS 6 Seidewitz	5,60	6,87	4,07
MS 7.1 Seidewitz	7,38	10,37	5,39
MS 8 Gottleuba	6,11	5,40	6,82

Tab. 4 Konzentration afS nach Jahresmittel, Sommer- und Winterhalbjahr im Gottleuba-EZG

4.2.3.2 Jahresgang der Konzentration der abfiltrierbaren Stoffe im hydrologischen Jahr 2000 in der Gottleuba, der Bahra und der Seidewitz

Der Jahresgang der Schwebstoffkonzentration unterlag in allen untersuchten Flüssen im Gottleuba-EZG beträchtlichen Schwankungen. Die höchsten Konzentrationen wurden in den Monaten März bis Mai 2000 ermittelt. Dabei waren im Jahresgang der Gottleuba und der Seidewitz jeweils zwei Maxima im März und Mai zu verzeichnen. Die Seidewitz scheint den Jahresgang der Schwebstoffkonzentration in der Gottleuba tendenziell bestimmt zu haben. Die Ursachen der festgestellten Schwebstoffkonzentrationsschwankungen könnten im Abflußgeschehen begründet sein. D. h. man kann im allgemeinen davon ausgehen, daß höhere Abflüsse und in der Regel damit verbundene höhere Fließgeschwindigkeiten größere Mengen an Feststoff in Schwebelagern halten können. Aufgrund der in Kap. 4.2.2.2 festgestellten Vergleichbarkeit der Jahresabflußgänge wurden in Abb. 17 die Schwebstoffganglinien in Verbindung mit dem Jahresgang des Abflusses an der MS 8 in der Gottleuba dargestellt.

Abb. 16: Räumliche Verteilung der Schwebstoffkonzentration im hydrologischen Jahr 2000 im Gottleuba-EZG

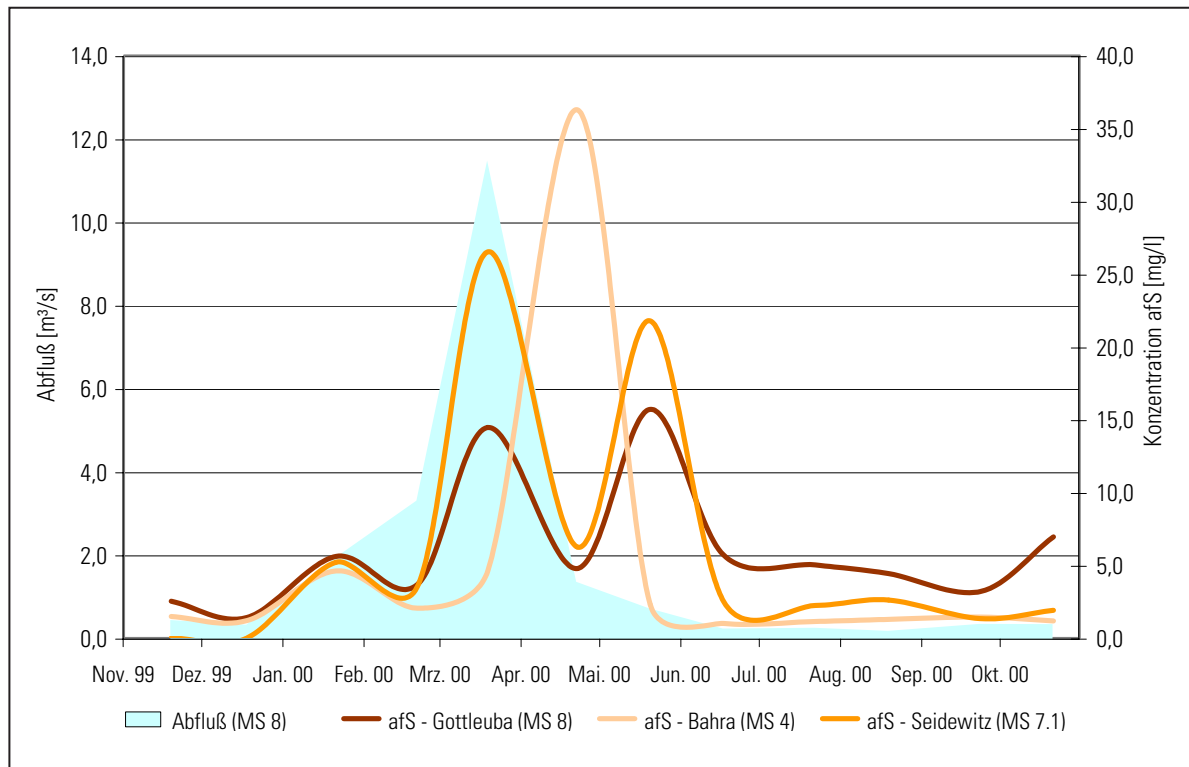


Abb. 17 Schwebstoffjahresgang an Gottleuba, Bahra und Seidewitz in Bezug zum Abflußjahresgang an der Gottleuba

Aus Abb. 17 geht demnach deutlich hervor, daß das erste Maximum der Schwebstoffkonzentration im März mit dem ansteigenden Abfluß korrelierte. Auch das Abfallen der Schwebstoffkonzentration in der Seidewitz und der Gottleuba im April folgte dem Abflußgang. Das zweite, auftretende Maximum ist jedoch nicht mit dem Abflußgeschehen zu begründen. Die Ursache für diesen Anstieg könnte in einem Maximum der Primärproduktion im Gewässer zu suchen sein. Allerdings ist das zeitliche und räumliche Auftreten des Phytoplanktons in fließenden, im Gegensatz zu stehenden Gewässern nicht an eine eindeutige Saisonalität gebunden. Nach KLEE (1991) und SCHWOERBEL (1999) wird die Produktivität eines Fließgewässers maßgeblich durch die Verweilzeit des Oberflächenwassers bestimmt, d. h. je länger diese ist, desto stärker ähnelt der Gang der Primärproduktion dem eines Standgewässers. In der Gottleuba konnte aufgrund der gemessenen Fließgeschwindigkeiten im Flußlängsschnitt eine mittlere Verweildauer des Oberflächenwassers im Juni von nur 70 Stunden berechnet werden (Abb. 39), womit eine Algenblüte i. S. eines Frühjahrsmaximums in stehenden Gewässern nicht begründet werden kann. Ob jedoch Nährstoffeinträge aus punktuellen Quellen ein kurzfristiges Maximum der Primärproduktion auslösen konnten, kann nicht definitiv geklärt werden. Die Bahra wies demgegenüber nur ein Maximum der Schwebstoffkonzentrationen von 36,3 mg/l im April auf, was jedoch nicht zu einem meßbaren Anstieg der suspendierten Feststoffe in der Gottleuba führte. Dies ist zum einen durch den im Vergleich zur Seidewitz geringeren Abfluß der Bahra im Winterhalbjahr (Kap. 4.2.2.2) und demzufolge auch geringerer Beeinflussung der Gottleuba zu begründen, zum anderen kann hier auch ein zufälliges und temporäres Ereignis in der Bahra erfaßt worden sein.

Meßstelle	Jahresmittel afS [mg/l]	Max afS [mg/l]	Monat	Min afS [mg/l]	Monat
Gottleuba (MS 8)	6,1	15,7	März	1,4	Dezember
Bahra (MS 4)	4,9	36,3	April	1,0	Juni
Seidewitz (MS 7.1)	7,4	26,5	März	1,3	September

Tab. 5 Jahresmittel afS, -maximum afS und -minimum afS an Gottleuba, Bahra und Seidewitz

Die Minima der gemessenen Schwebstoffkonzentrationen (Tab. 5) sind in ihrer zeitlichen Anordnung und Höhe nicht aussagekräftig, da im Gottleuba-EZG, abgesehen von den Frühjahrsmaxima, generell sehr geringe suspendierte Feststoffmengen nachgewiesen wurden.

4.2.3.3 Mineralischer und organischer Anteil der abfiltrierbaren Stoffe

Die abfiltrierbaren Stoffe werden durch einen organischen und einen mineralischen Anteil gebildet (Anhang 3). Im Ober- und Mittellauf der Gottleuba einschließlich des Bahraeinzugs lag der organische Anteil in sieben Monaten (Nov. und Dez. 1999, Juni bis Oktober 2000) des hydrologischen Jahres 2000 unterhalb der Nachweisgrenze. Dagegen wurden von Januar bis Mai 2000 die abfiltrierbaren Stoffe zu rund 60 % aus organischen Bestandteilen gebildet. Demzufolge lag der mineralische Anteil bei nur 40 %. Aus dem Seidewitzeinzug wurden ganzjährig organische Stoffe (Mittel 36,0 %) mittransportiert. Dabei differierten Sommer- und Winterwert nur wenig. Der mineralische Anteil aller aus dem Seidewitzgebiet stammenden Feststoffe lag also bei ganzjährig 64,0 %. Am Unterlauf der Gottleuba lagen die organischen Bestandteile im Sommer geringfügig unter denen des Winters. Über das hydrologische Jahr 2000 betrachtet, bestanden die, das Gottleubagebiet in die Elbe verlassenden, Feststoffe zu rund 63 % aus mineralischen und zu etwa 37 % aus organischen Stoffen.

Der Anteil der abfiltrierbaren Stoffe größer $63\ \mu\text{m}$ an der Gesamtmenge war sehr gering und wird deshalb nicht weiter besprochen. Im mineralischen Anteil sind die in eigener Messung ermittelten Konzentrationen an Suspendiertem Sand enthalten (Anhang 3). Sie sind ebenfalls in die Transportberechnung eingegangen.

4.3 Charakteristik des Wesenitz-EZG

4.3.1 Gefälle und Sohle

Das mittlere Gefälle der Wesenitz beträgt vom Oberlauf bis zum Pegel Elbersdorf $5,5\ ‰$, bis zur Mündung $5\ ‰$. Auf den 65,5 km Lauflänge wird ein Höhenunterschied von 370 m überwunden. Bei der Betrachtung des Gefälleslängsprofils der Wesenitz (Abb. 18) fallen Gefällebrenchpunkte (Gbp 1 - 4) auf, die zu einer Gefälleverflachung unterhalb dieser Punkte führen. Diese können zum einen mit den quartären Elbterrassen, zum anderen mit tektonischen Vorgängen, z. B. oberhalb der Engtalstrecke Dürrröhrsdorf (Gbp 3), im Bereich des Engtales Liebenthal (Gbp 4) in Zusammenhang gebracht werden (PRÄGER, 1971).

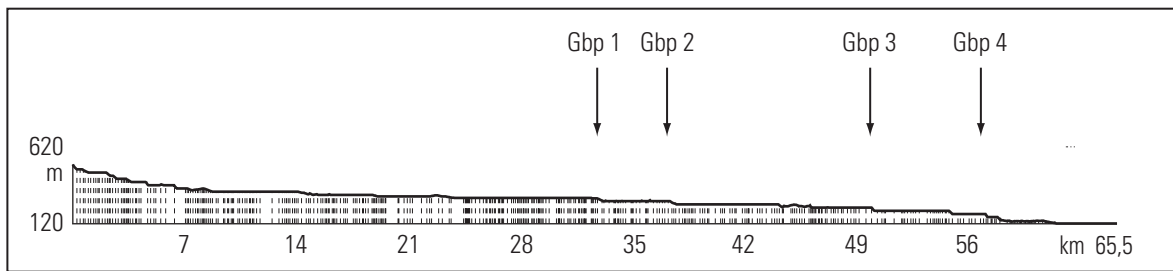


Abb. 18 Gefällelängsprofil der Wesenitz, 10fache Überhöhung

Entgegen der in Kap. 4.1.1 angesprochenen allgemeinen Sohlentwicklung im Flußlängsverlauf wird die Sohle der Wesenitz vom Ober- zum Unterlauf gröber. Am Oberlauf der Wesenitz (MS 9) ist die Sohle aus feinen Bestandteilen, vor allem aus Grobsand zusammengesetzt (Abb. 19). Doch schon bald, im Mittellauf, ändert sich das. Die unterhalb der Ortschaft Goldbach genommene Probe weist ein breitgefächertes Spektrum von Feinsand bis Grobkies auf. Die Sohle ist mit gerundeten Quarzen abgepfastert (Anhang 5 Fotos 9 u. 10). Das gleiche Bild vermittelte die Sohle wenige Kilometer unterhalb im Schloßpark Großharthau, wo eine anthropogene Einflußnahme nicht ausgeschlossen werden konnte. Die Tendenz zu einem groben Sohlaufbau wird durch die Probe in Elbersdorf am Unterlauf (MS 14) verstärkt. Dort sind vor allem Mittel- und Grobkies, inzwischen aber auch Steine vorhanden. Im Unterlauf, an der Wesenitzmündung sind die Kies- und Steinfraktionen mit über 80 % sohlbestimmend (NAUMANN UND MÖHLING, unveröffentlicht).

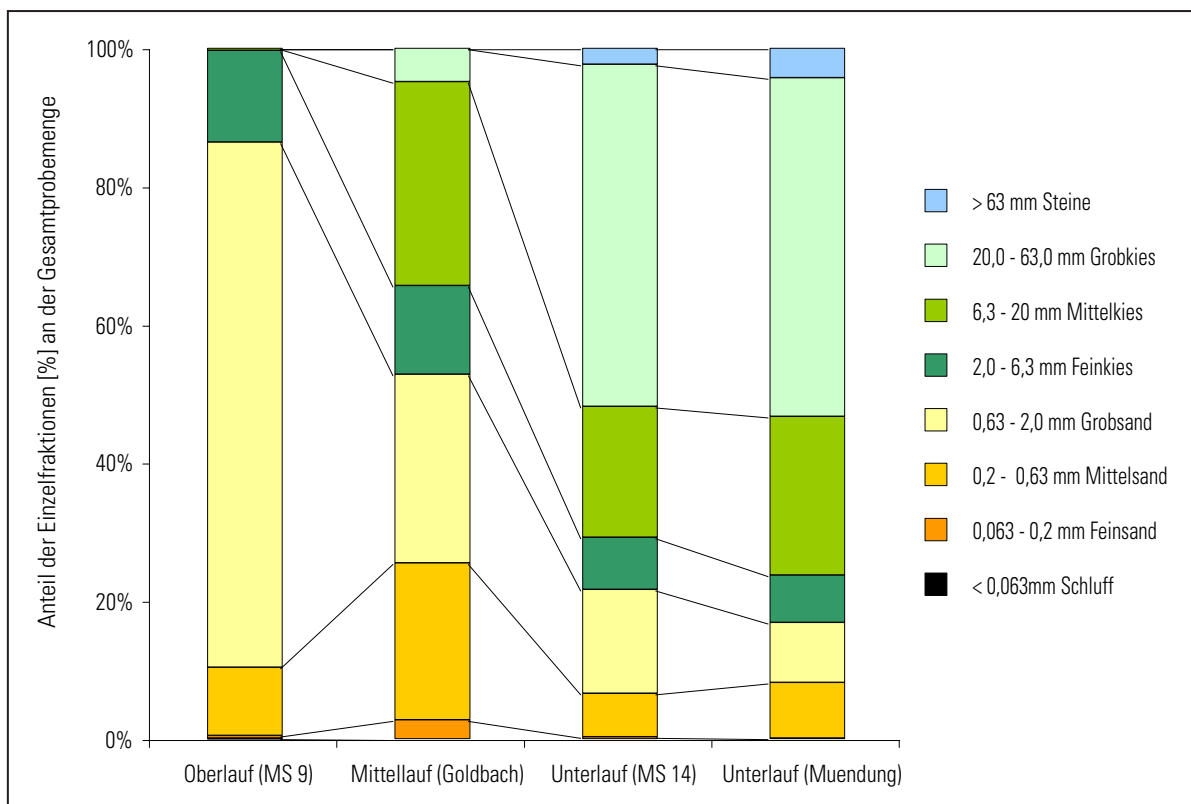


Abb. 19 Korngrößenzusammensetzung der Wesenitzsohle vom Ober- zum Unterlauf

Die Nebenflüsse sind in ihrer Struktur nicht einheitlich. Die Probe aus dem Grunabach (Anhang 2) ist mit hohem Kies- und Steinanteil sehr grob. Die des Bühlbaches (MS 13) setzt sich hauptsächlich aus Mittelsand, Grobsand und Feinkies zusammen. Im Bonnewitzer Bach (MS 15) dominieren Mittel- und Grobsand.

Gründe für die flußab zunehmende grobe Sohlzusammensetzung sind im anstehenden Gestein und seiner Erodibilität zu suchen. Die Wesenitz fließt hauptsächlich in den quartären Ablagerungen, die durch ihre Genese schon zerkleinert und leicht abzutragen sind. Die Gesteine des Granitgebirges werden abhängig von der Klüftung langsam erodiert, aber dann zu feinen Fraktionen zerkleinert. Auch alle in Kap. 2.2.2 beschriebenen Gangintrusionen sind von Bedeutung. Der Quarzgang bei Goldbach hat scheinbar Material zu der oben beschriebenen Abpflasterung der Sohle geliefert. Darunterliegende feine Bestandteile können dadurch nicht ausgewaschen werden. Die Engtalstrecken der Wesenitz sind in widerständigeren Gesteinen angelegt. Von dort stammen die nun zunehmenden groben Bestandteile im Fluß. Nach dem Übergang in den Sandstein bleiben vor allem die Steine sohlbildend, die Sandfraktion scheint ausgewaschen zu werden, denn sonst müßte die Sohlzusammensetzung ähnlich der Bahra im Gottleuba-EZG sein. Die Mündungssohle scheint u. a. Resultat der Transportprozesse zu sein, da der Aufbau dort sehr unterschiedlich ist. Wenige Meter voneinander entfernt genommene Proben (Abb. 19 Unterlauf Mündung und Anhang 2 Mündung 2) weisen deutlich andere Struktur auf.

4.3.2 Abfluß im Wesenitz-EZG im hydrologischen Jahr 2000

4.3.2.1 Abfluß im Längsschnitt der Wesenitz im hydrologischen Jahr 2000

In Abb. 20 ist der Abfluß aller vom Ober- zum Unterlauf an der Wesenitz liegenden Meßstellen nach Jahresmittel, Sommerhalbjahr und Winterhalbjahr dargestellt.

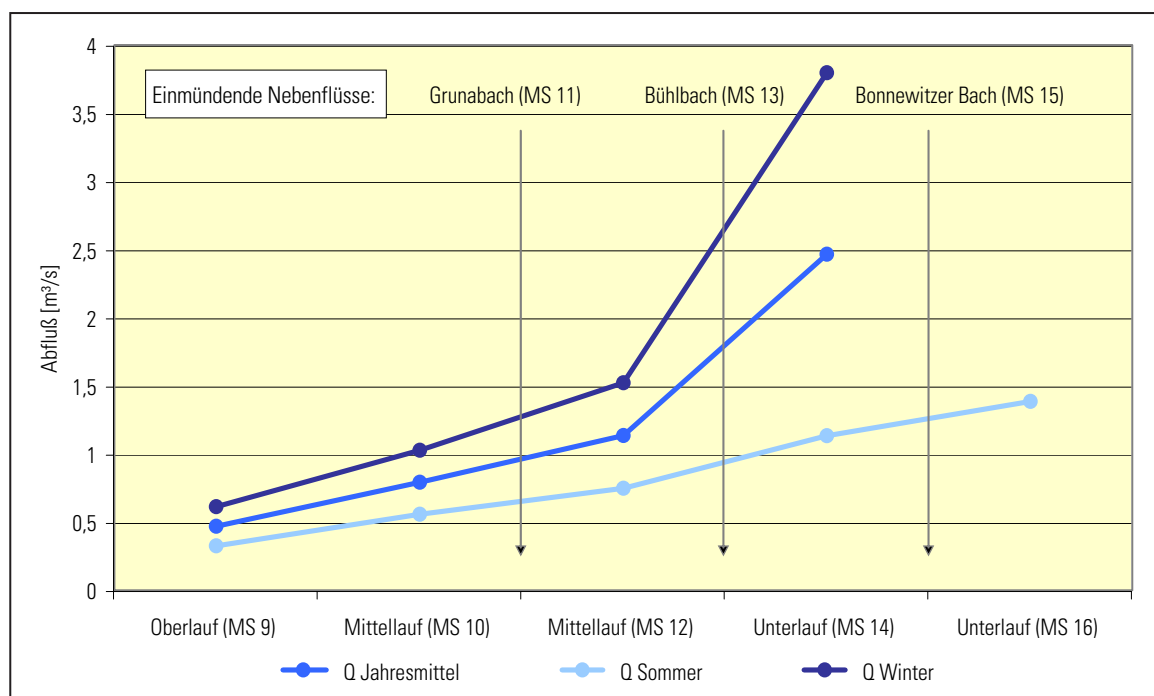


Abb. 20 Abfluß im Längsschnitt der Wesenitz, dargestellt nach Jahresmittel, Sommer- und Winterhalbjahr

Jahresmittel: Die Wesenitz war während des gesamten hydrologischen Jahres 2000 wasserdurchflossen. Im Ober- (MS 9) und Mittellauf (MS 12) nahm der Abfluß von durchschnittlich $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ kontinuierlich zu. Die betrachteten, bis dahin einmündenden Nebenflüsse, Grunabach (MS 11) und Bühlbach (MS 13) hatten mit $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ und $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ keinen meßbaren Einfluß auf das Abflußgeschehen der Wesenitz im hydrologischen Jahr 2000. Bis zum Unterlauf (MS 14) stieg der Abfluß sprunghaft auf $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ an, was auf die vielen Zuflüsse zurückzuführen sein könnte. Der Abfluß im Bonnewitzer Bach ist mit $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ sehr gering und im Hauptfluß ohne meßbaren Einfluß. An der Mündung der Wesenitz (MS 16) war aufgrund des Elbrückstaus keine Abflußmessung im März möglich (Anhang 5 Foto 5 und 6). Die Abflußlinie ist deshalb nicht bis zur Mündung fortgeführt, da eine Darstellung ohne den Märzabfluß das Bild der Abflußentwicklung im Jahresmittel verfälschen würde.

Sommerhalbjahr: Durch die Evaporation war der Abfluß im Sommer niedriger. Dennoch war vom Oberlauf mit $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ eine kontinuierliche, von Zuflüssen unbeeinflusste, Zunahme bis zur Mündung (MS 16) zu verzeichnen. Die Wesenitz entwässerte ihr EZG mit einem sommerlichen Abfluß von $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$, der deutlich unter dem Jahresmittel liegt.

Winterhalbjahr: In den Wintermonaten floß der größte Teil des Jahresabflusses der Wesenitz ab. Im Ober- und Mittellauf nimmt die Abflußmenge stetig und ohne erkennbaren Einfluß des Grunabachs und des Bühlbaches auf $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ zu. Eine sprunghafte Erhöhung erfolgt im Unterlauf, so daß an MS 14 ein Abfluß von $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ermittelt wurde. Der Bonnewitzer Bach blieb mit $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ohne Wirkung auf die Wesenitz. Durch die fehlende Märzmessung an der Mündung kann keine zahlenmäßige Aussage über die das Wesenitz-EZG im Winter verlassende Wassermenge getroffen werden. Aufgrund der im Unterlauf erkennbaren Tendenz dürfte sie jedoch weit über dem Jahresmittel des Abflusses liegen.

4.3.2.2 Jahrgang des Abflusses in der Wesenitz, im Grunabach, Bühlbach und Bonnewitzer Bach im hydrologischen Jahr 2000

An der Wesenitzmündung kann aufgrund der fehlenden Messung im März kein aussagekräftiger Jahrgang des Abflusses dargestellt werden. Deshalb ist hier die Ganglinie des Abflusses am Pegel Elbersdorf (MS 14) den Nebenflußjahrgängen gegenübergestellt. Der Jahrgang des Abflusses kann als, für Mittelgebirgsflüsse unserer Breiten, typisch angesehen werden. Demnach weisen alle untersuchten Flüsse im Wesenitz-EZG ein deutliches Abflußmaximum im März (Tab. 6 und Anhang 5 Foto 4) auf. Wie in Abb. 21 ersichtlich, haben die betrachteten Nebenflüsse der Wesenitz keinen Einfluß auf das Abflußgeschehen im Hauptfluß.

	Jahresmittel Q	Max Q	Monat	Min Q	Monat
Meßstelle	[m^3/s]	[m^3/s]		[m^3/s]	
Wesenitz (MS 14)	2,465	11,300	März	0,837	Oktober
Grunabach (MS 11)	0,304	0,947	März	0,150	August
Bühlbach (MS 13)	0,058	0,181	März	0,024	November
Bonnewitzer Bach (MS 15)	0,07	0,187	März	0,039	Dezember

Tab. 6 Abflußmittel, -maximum und -minimum an Wesenitz, Grunabach, Bühlbach und Bonnewitzer Bach

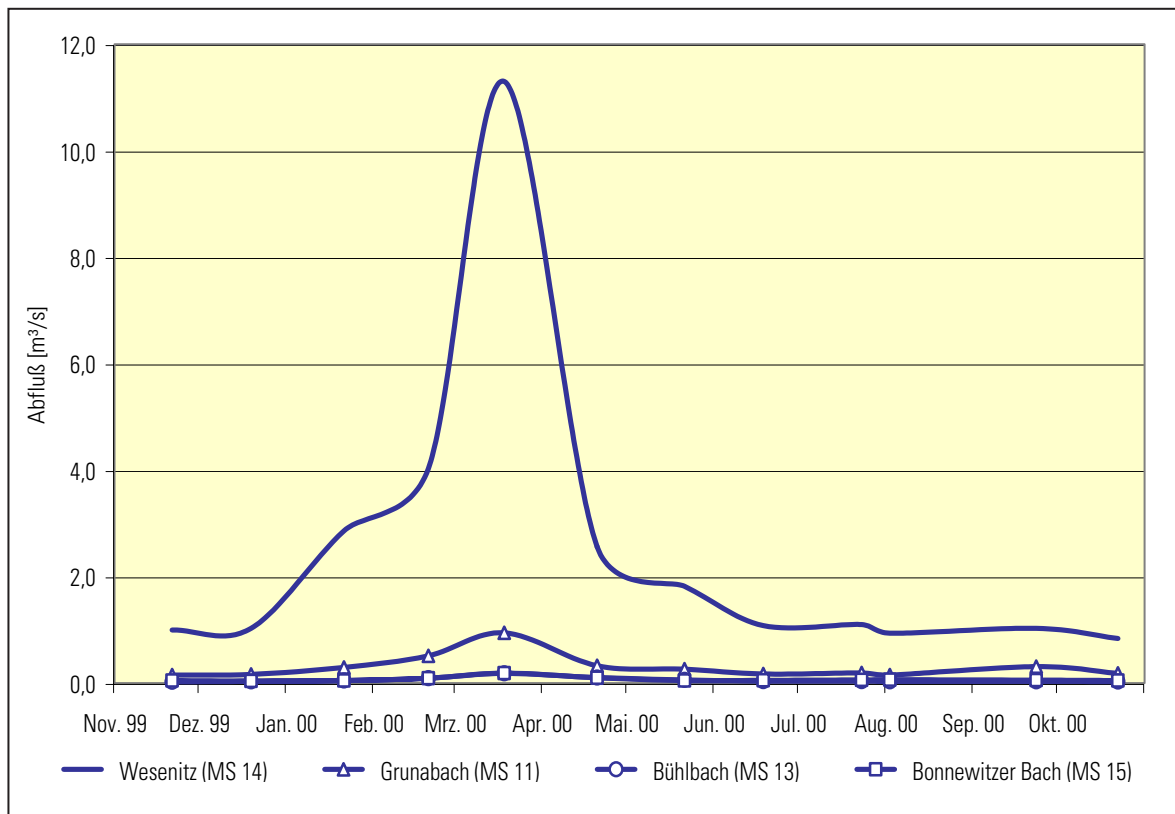


Abb. 21 Abflußjahresgang an Wesenitz, Grunabach, Bühlbach und Bonnewitzer Bach im hydrologischen Jahr 2000

Im Sommer wird diese Konstellation noch deutlicher. Durch die Verdunstungsverluste sinkt der Abfluß in den Sommermonaten stark, so daß alle Nebenflüsse einen Abfluß unter $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ haben, die Wesenitz dennoch einen von $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ aufweist. Die Abflußminima sind in den betrachteten Flüssen nicht in einem Monat zu finden, was allerdings darauf zurückzuführen ist, daß der Abfluß von Juni bis Oktober nur geringfügig schwankt und sich zahlenmäßig oft erst in der zweiten Nachkommastelle unterscheidet (Anhang 4).

4.3.3 Schwebstoffkonzentrationsverteilung im Längsschnitt der Wesenitz und im Jahresgang 2000

4.3.3.1 Konzentration der abfiltrierbaren Stoffe im Längsschnitt der Wesenitz im hydrologischen Jahr 2000

Im Jahresmittel (Anhang 4) wies die Wesenitz im Oberlauf mit 23 mg/l eine höhere Schwebstoffkonzentration als im Mittellauf (ca. 12 mg/l) auf (Abb. 22). Diese Unterschiede wurden durch die Konzentrationsschwankungen im Winter ausgelöst. Der Grunabach brachte nur winters Wasser höherer Konzentration in die Wesenitz ein, was aufgrund der vergleichsweise geringen Abflußmenge zu keiner meßbaren Erhöhung im Hauptfluß führte. Im Gegenteil - es kam im Mittellauf ganzjährig sogar zu einer leichten Verringerung der Schwebstoffkonzentration, was auf einen Verdünnungseffekt mit steigendem Abfluß zurückzuführen sein könnte. Der Zufluß des Bühlbaches war ganzjährig bedeutungslos für den Schwebstoffhaushalt der Wesenitz. Der Schwemmkegel in der Wesenitz, den dieser Bach

Abb. 22 Räumliche Verteilung der Schwebstoffkonzentrationen im hydrologischen Jahr 2000 im Wesenitz-EZG

bereits vor Messungsbeginn aufwies (Kap. 3.1.1), ist von der Wesenitz während der abflußstarken Monate nicht abgebaut worden (Anhang 5 Foto 16). Bis zum Unterlauf kam es zu einer leichten Erhöhung der Schwebstoffkonzentration, die mit durchschnittlich 14 mg/l als gering einzustufen ist. Die Schwebstoffkonzentration stieg im Unterlauf stark auf 39 mg/l (Tab. 7) an. Der Bonnewitzer Bach brachte zwar im Winter mit 86 mg/l hochbelastetes Wasser in die Wesenitz ein, was aber aufgrund des geringen Abfluß ohne Auswirkung auf deren Schwebstoffhaushalt bleibt. Die Verteilung der Konzentrationen im Winter- und Sommerhalbjahr an der Mündungsmessstelle verläuft konträr zu allen anderen. Diese wiesen im Winter eindeutig höhere Schwebstoffkonzentrationen auf als im Sommer. An der Mündung wurde im Winter eine durchschnittliche Konzentration von 13 mg/l, im Sommer von 61 mg/l ermittelt. Eine nähere Betrachtung dieser Tatsache erfolgt anhand der Jahrgänge der CafS in Kap. 4.3.3.2.

	Jahresmittel afS	Winterhalbjahr afS	Sommerhalbjahr afS
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
MS 9 Putzkau	22,67	37,41	7,93
MS 10 Großharthau	12,82	18,30	7,33
MS 11 Grunabach	14,31	23,20	5,42
MS 12 Bühlau	11,43	16,32	6,53
MS 13 Bühlbach	10,95	13,09	8,81
MS 14 Elbersdorf Pegel	13,94	19,56	8,31
MS 15 Bonnewitzer Bach	52,15	85,93	18,38
MS 16 Wesenitz	39,31	12,75	61,45

Tab. 7 Konzentration afS nach Jahresmittel, Sommer- und Winterhalbjahr im Wesenitz-EZG

Die Verteilung der Konzentrationen der abfiltrierbaren Stoffe im Wesenitz-EZG nach Jahresmittel, Sommer und Winter sind in Abb. 22 dargestellt.

4.3.3.2 Jahrgang der Konzentration der abfiltrierbaren Stoffe im hydrologischen Jahr 2000 in der Wesenitz, im Grunabach, Bühlbach und Bonnewitzer Bach

Der Jahrgang der Schwebstoffkonzentration unterlag in allen untersuchten Flüssen im Wesenitz-EZG beträchtlichen Schwankungen. Die Maxima der Schwebstoffkonzentrationen lagen in fast allen Flüssen in unterschiedlichen Monaten. Der Grunabach wies im Januar, der Bühlbach und der Bonnewitzer Bach im März und die Wesenitz im Mai die höchsten Konzentrationen auf. Der Hauptfluß wurde demnach nicht durch einen seiner Nebenflüsse bestimmt. Die Ursachen für die hohen Schwankungen innerhalb der einzelnen Flüsse können, wie in Kap. 4.2.3.2 beschrieben, im Abflußgeschehen begründet sein. Deshalb wurde, stellvertretend für alle Flüsse im Wesenitz-EZG, der Jahrgang des Abflusses an der MS 14 zu den Schwebstoffjahrgängen in Abb. 23 dargestellt.

Aus Abb. 23 geht hervor, daß alle Flüsse eine erhöhte Schwebstoffkonzentration mit dem Anstieg des Abflusses im Januar aufwiesen. In diesen Monat fiel die höchste Konzentration an abfiltrierbaren Stoffen im Jahrgang des Grunabaches. Die Konzentrationsabnahme im März läßt sich nur mit einem schnellen Abflußanstieg in diesem Gewässer bei gleichbleibender Feststoffmenge erklären. Die Schwebstoffmaxima im Bühlbach und im Bonnewitzer Bach korrelierten mit dem Abflußmaximum

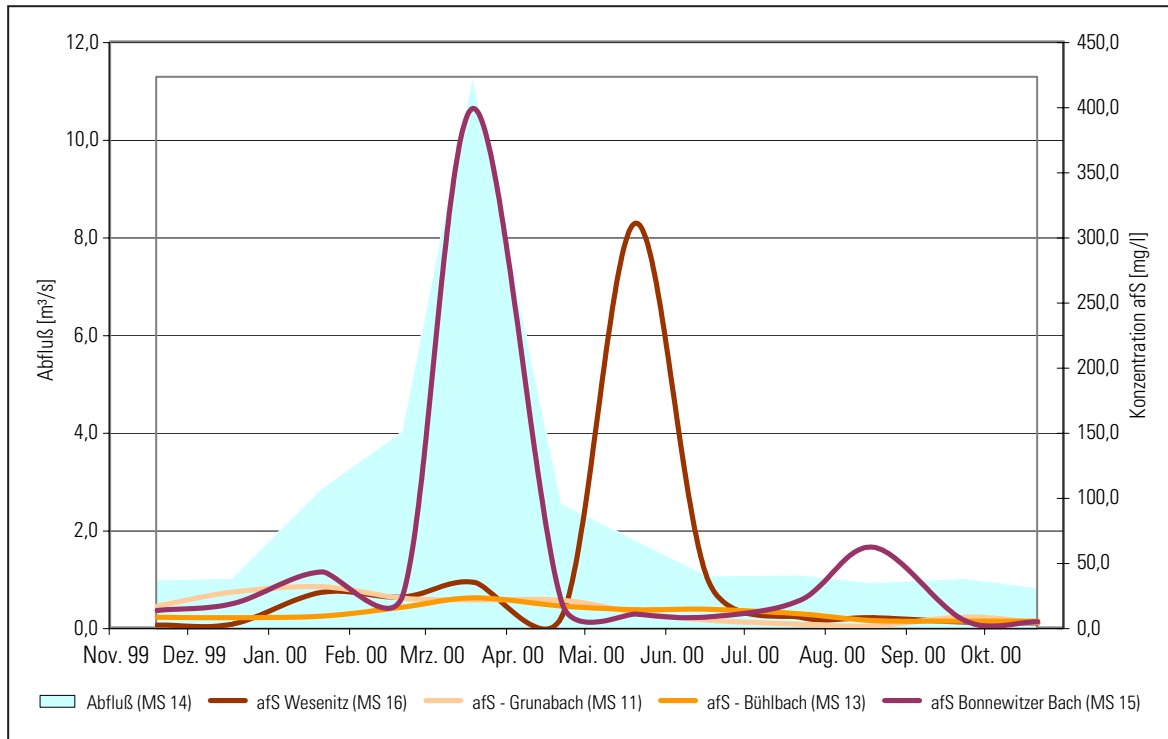


Abb. 23 Schwebstoffjahresgang an Wesenitz, Grunabach, Bühlbach und Bonnewitzer Bach in Bezug zum Abflußjahresgang an der Wesenitz

im März. Die außerordentlich hohe Schwebstoffkonzentration im März mit 398,5 mg/l (Tab. 8) ist durch ausreichend hohen Abfluß und Verfügbarkeit von Material, vielleicht aus der stillgelegten Sand- und Kiesgrube in Bonnewitz, zu erklären.

Der Schwebstoffjahresgang der Wesenitz an der Mündung verlief nur teilweise abhängig vom Abfluß an dieser Stelle. Grund dafür ist die von NAUMANN UND MÖHLING (2001) beschriebene Sedimentdepotbildung und -ausräumung. Demnach führte das Frühjahrshochwasser der Elbe im Jahr 2000 im Mündungsbereich der Wesenitz zu einem Rückstau, der weit in das Flußbett der Wesenitz zurückreichte. Dies führte zu einer Verringerung der Fließgeschwindigkeit und zu einer fraktionierten Sedimentation von Feststoffen auf der Gewässersohle. Mit dem ablaufenden Hochwasser der Elbe (schon

Meßstelle	Jahresmittel afS [mg/l]	Max afS [mg/l]	Monat	Min afS [mg/l]	Monat
Wesenitz (MS 16)	39,3	310,4	Mai	1,8	November
Grunabach (MS 11)	14,3	31,3	Januar	1,2	August
Bühlbach (MS 13)	11,0	22,7	März	4,8	September
Bonnewitzer Bach (MS 15)	52,2	398,5	März	4,2	Oktober

Tab. 8 Jahresmittel afS, -maximum afS und -minimum afS an Wesenitz, Grunabach, Bühlbach und Bonnewitzer Bach

im Sommerhalbjahr) und dem Wiedereinströmen des Nebenflusses in die Elbe wurden diese Sedimentdepots aufgrund ihrer leichten Erodierbarkeit auch bei geringen Fließgeschwindigkeiten in die Elbe vorgeschüttet, was sich in einer sprunghaften Zunahme der Konzentration abfiltrierbarer Stoffe im Mai äußert. Zuvor setzte sich entsprechend der Abflußverringerung ab April im gesamten Flußlauf der Wesenitz die für diesen Monat typische Konzentration afS durch.

Die Minima der Schwebstoffkonzentrationen sind in ihrer zeitlichen Abfolge und Höhe nicht aussagekräftig, da in den einzelnen Flüssen über mehrere Monate gleichbleibend niedrige Feststoffkonzentrationen ermittelt wurden.

4.3.3.3 Mineralischer und organischer Anteil der abfiltrierbaren Stoffe

Bei einer Betrachtung des Verhältnisses von mineralischen und organischen Komponenten an den Feststoffen liegt der mineralische Anteil eindeutig höher (Anhang 4). Im Sommer, in der Vegetationsphase, lag der Organikanteil im gesamten Flußlauf bei ca. 40 %, ließ vom Ober- zum Unterlauf jedoch leicht nach. Die organischen Anteile während des Winterhalbjahres waren über den gesamten Flußlauf gleichmäßig verteilt und betragen etwa 25 %. Demzufolge lag der mineralische Anteil bei 75 %. Einen insgesamt höheren Mineralanteil wies der Bonnewitzer Bach auf (Jahresmittel 80 %). Über das Jahr 2000 betrachtet, bestanden die, das Wesenitzgebiet in die Elbe verlassenden, Feststoffe zu rund 74 % aus mineralischen und zu etwa 26 % aus organischen Stoffen.

Der Suspendierte Sand (Anhang 4) ist im mineralischen Anteil enthalten. Das Verhältnis zu den abfiltrierbaren Stoffen sieht folgendermaßen aus: An der Wesenitzmündung wurden im Mai und Juni, den Monaten der Sedimentdepotausräumung (4.3.3.2), die abfiltrierbaren Stoffe zum größten Teil (75 % und 60 %) vom Suspendierten Sand gebildet. In anderen Monaten und an anderen Meßstellen im Wesenitzinzug waren die Konzentrationen vergleichsweise gering. Der Einfluß des Suspendierten Sandes an der Wesenitz ist weitaus größer als an der Gottleuba.